

*RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN
DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE
MOTOCICLISTAS EN LAS CARRETERAS
DE LA RED REGIONAL DE
CASTILLA Y LEÓN*





RESOLUCION DE LA DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS E INFRAESTRUCTURAS POR LA QUE SE APRUEBA LA INSTRUCCIÓN C.E.-1/2007 DE RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS EN LAS CARRETERAS DE LA RED REGIONAL (RRC) DE CASTILLA Y LEÓN.

Dentro del marco fijado en la Estrategia para la Seguridad Vial en Castilla y León 2004-2008, se proponen una serie de actuaciones encaminadas a mejorar las condiciones de seguridad en las carreteras regionales. Cada año, la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras (D.G.C.e I.) realiza un estudio de los accidentes ocurridos en las carreteras de la red regional. De su análisis, se comprueba que en el periodo 2004-2006 alrededor del 10% de las víctimas mortales correspondieron a ocupantes de motocicletas y ciclomotores.

La realización de un estudio en profundidad de los accidentes en los que están implicados motociclistas en la Red Regional de Carreteras (RRC) de Castilla y León, ha permitido establecer unos criterios de implantación de sistemas de protección para motociclistas (SPM) como equipamiento de las carreteras que eviten en lo posible la gravedad de los mismos.

Dichos criterios se recogen en la Instrucción C.E.-1/2007 de RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS EN LAS CARRETERAS DE LA RED REGIONAL (RRC) DE CASTILLA Y LEÓN

Por otra parte el Ministerio de Fomento ha publicado la O.C. 18/2004 SOBRE CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS PARA PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS', así como una nota técnica sobre la aplicación en las carreteras de los sistemas de protección establecidos en la mencionada O.C. 18/2004, que se incluyen, como anexo a la citada Instrucción C.E.-1/2007.

A la vista de lo anteriormente expuesto esta Dirección General de Carreteras e Infraestructuras, entiende que deben establecerse para las carreteras de titularidad de la Comunidad de Castilla y León, los criterios para la implantación de los sistemas de protección de motocicletas (SPM).



En base a todo lo anterior, esta Dirección General de Carreteras e Infraestructuras **RESUELVE:**

Primero.- Aprobar la Instrucción C.E.-1/2007 de RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS EN LAS CARRETERAS DE LA RED REGIONAL (RRC) DE CASTILLA Y LEÓN

Segundo.- En carreteras de doble calzada, nuevas carreteras o variantes de población los criterios de implantación del sistema de protección de motociclistas se corresponderán con lo indicado en la 'ORDEN CIRCULAR 18/2004 SOBRE CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS PARA PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS' - MINISTERIO DE FOMENTO.

Para el resto de carreteras de titularidad de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, será de aplicación la Instrucción C.E.-1/2007 de RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS EN LAS CARRETERAS DE LA RED REGIONAL (RRC) DE CASTILLA Y LEÓN.

Tercero.- Los proyectos que a la entrada en vigor de esta Resolución estuviesen en fase de redacción, de aprobación o aprobados, así como las obras en ejecución se adaptarán a lo establecido en la misma.

Cuarto.- Las barreras de seguridad actualmente existentes se mantendrán en servicio, si bien por el servicio de Conservación y Explotación se elaborará un programa para su adaptación, teniendo en cuenta las actuaciones previstas.

Quinto.- I.- Se excluyen expresamente del ámbito de aplicación de esta Resolución, los proyectos, obras o actuaciones en vías de servicio y travesías.

II.- En zonas climáticas susceptibles de nevadas, la colocación de los sistemas para protección de motociclistas, deberá ser compatible con la eventual eliminación de la nieve de la plataforma de la carretera.



**Junta de
Castilla y León**

Consejería de Fomento

Dirección General de Carreteras e Infraestructuras

Por la seguridad de todos
ESTRATEGIA
para la SEGURIDAD VIAL
en CASTILLA y LEÓN

III.- Cualquier actuación en la Red Regional de Carreteras que suponga la aplicación de los criterios establecidos en la Instrucción C.E. 1/2007, llevará aparejada simultáneamente la sustitución de los postes, que no sean tubulares, de las barreras de seguridad existentes, en aquellos tramos donde no sea necesario la instalación de sistemas de protección de motociclistas.

Sexto.- La presente Resolución, entrará en vigor el 2 de julio de 2007.

Valladolid 25 de abril de 2007

EL DIRECTOR GENERAL DE
CARRETERAS E INFRAESTRUCTURAS

Fdo.: Luis Alberto Solís Villa.



INSTRUCCIÓN C.E.- 1/2007: DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS E INFRAESTRUCTURAS.

RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS EN LAS CARRETERAS DE LA RED REGIONAL (RRC) DE CASTILLA Y LEÓN.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

Dentro del marco fijado en la Estrategia para la Seguridad Vial en Castilla y León 2004-2008, se proponen una serie de actuaciones encaminadas a mejorar las condiciones de seguridad en las carreteras regionales. Cada año, la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras realiza un estudio de los accidentes ocurridos en las carreteras de la red regional. De su análisis, se comprueba que en el periodo 2004-2006, entorno al 10% de las víctimas mortales correspondieron a ocupantes de motocicletas y ciclomotores.

Una parte importante de los accidentes en los que están implicados este tipo de vehículos, se producen como consecuencia de la pérdida del control en la trayectoria y posterior impacto contra los elementos de seguridad y balizamiento instalados en la carretera.

Por todo lo anteriormente expuesto y dada la severidad de este tipo de accidentes, es importante establecer unos criterios de implantación de sistemas de protección para motociclistas (SPM) como equipamiento de las carreteras que eviten en lo posible la gravedad de los mismos.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO.

Las recomendaciones de instalación que se van a detallar a continuación, han resultado tras el análisis estadístico realizado sobre la información procedente de diferentes fuentes tales como: base de datos de 'Accidentes de circulación con víctimas' de la Dirección General de Tráfico (DGT); base de datos de 'Accidentes de circulación con víctimas' de la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Junta de Castilla y León; información procedente de las investigaciones 'en profundidad' de los accidentes de tráfico con víctimas y, con al menos, una motocicleta o ciclomotor implicadas y que han ocurrido en un tramo de la Red Regional de Carreteras (RRC) erigido como el de mayor concentración de accidentes de toda la red autonómica; características geométricas y de equipamiento vial de una serie de tramos de la RRC en los cuales se presenta el mayor índice de concentración de accidentes de motocicletas y ciclomotores; evaluación experta de representantes del colectivo de usuarios durante la visita a los tramos de la RRC con mayor accidentalidad y, por último, bibliografía nacional e internacional relacionada directa o indirectamente.



Las técnicas estadísticas utilizadas en esta metodología de trabajo son las denominadas '**estudios caso-control**'. A través de este tipo de estudios se ha analizado la información relativa a los accidentes ('casos') de motociclistas en los que, debido a la configuración del accidente, la existencia de un sistema de protección de motociclista hubiese mitigado las consecuencias que sobre este tipo de usuarios se han producido. De igual manera, se ha tenido en cuenta la información relativa a las ocasiones en las que estos mismos motociclistas 'no han sufrido accidente' ('controles') al transitar por las curvas de la carretera previas a la curva en la que posteriormente han sufrido el accidente. De este modo, se consigue obtener el riesgo relativo ('Odds Ratio') que una determinada característica de la vía ('variable') implica sobre la ocurrencia o no de un accidente (salida de calzada) para este tipo de usuarios en los tramos curvos de las carreteras de la RRC. En el cálculo de este riesgo asociado a cada variable, se debe considerar tanto la presencia aislada de cada una de estas variables como la presencia junto con otra serie de variables que afecten al accidente. La influencia o no de cada una de las variables se ha determinado a partir de los correspondientes parámetros de significación estadística.

3. DEFINICIONES PREVIAS.

Previamente a detallar las condiciones y los criterios de instalación, se definen a continuación una serie de conceptos que van a ser utilizados en este documento:

- **Vídeo inventario:** Herramienta de visualización que el 'Servicio de Conservación y Explotación que la DG Cel' posee para la recogida de determinada información de interés sobre las carreteras de la red regional.
- **Radio de Curvatura:** es el proporcionado por el Video Inventario. Se considera que una alineación es una curva cuando su radio tiene un valor inferior a 1.500 m.
 - **Curva aislada:** Se considera que una curva es 'aislada' cuando no existe ninguna otra curva en los 200 metros anteriores y posteriores a la misma.
 - **Desarrollo de la curva:** Se considera como tal a toda la 'curva', incluyendo la transición de entrada y salida.
 - **Cuerpo de la curva:** Parte central de la misma, excluyendo la transición de entrada y salida, de manera que en términos cuantitativos, la parte central de la curva se considera que estará entre el 40 y el 70% del desarrollo de la misma.
 - **Curva 'a izquierdas' / Curva 'a derechas':** Según el sentido del motociclista, aquellas curvas en las que el radio de curvatura (según la herramienta del vídeo-inventario) es positivo / negativo, respectivamente.

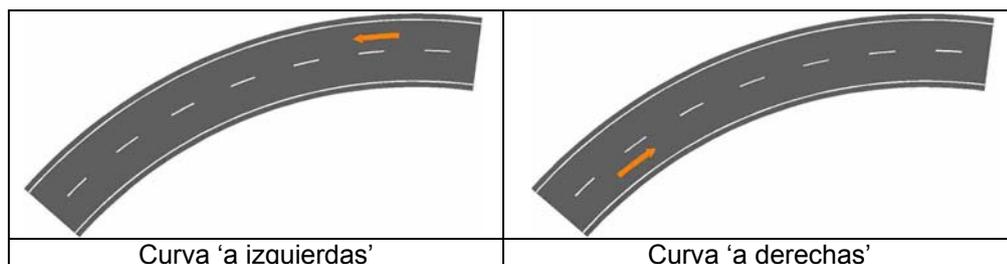


Figura 1.- Curva 'a izquierdas' y 'a derechas'.



- **Lado exterior de la curva:** Parte más externa de la curva, y la cual es independiente del sentido en el que se recorre la misma. Se corresponde con el margen apuntado por la tangente de la velocidad de los vehículos que abordan la curva.

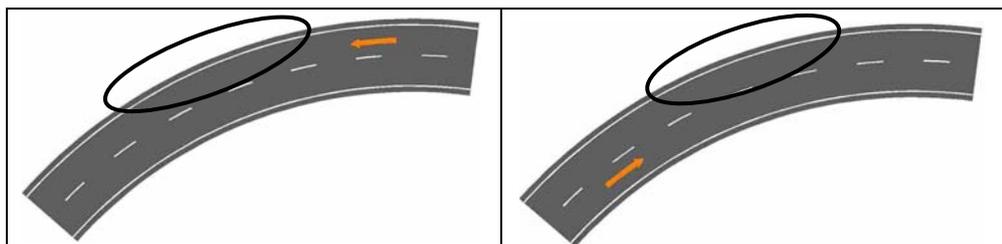


Figura 2.- Lado exterior de la curva.

- **Radio mínimo de la curva (R_{\min}):** Esta variable se refiere al valor mínimo del 'radio de curvatura' durante el trazado de cada curva medido en metros. La disponibilidad de la herramienta 'Vídeo inventario' de la JCyL, permite obtener este valor de manera directa para cada una de las carreteras. Es por ello, que en lo que respecta a esta variable, la medición se efectuará utilizando la citada herramienta.
- **Longitud de curva (L):** Este valor, medido en metros, se obtendrá igualmente de la herramienta 'Vídeo inventario'. En este caso, la manera de calcular este valor será mediante diferencias de la variable 'PK' (punto kilométrico) que aparece en la pantalla principal en aquellos intervalos en los que se cumpla la definición de curva presentada anteriormente.
- **Punto de radio mínimo:** Para cada curva a estudio, se registrará (a partir del 'Vídeo inventario') el punto de la curva en el que el radio de curvatura toma el valor mínimo respecto del desarrollo de la curva. El punto donde dicho radio de curvatura mínimo se alcanza, debe expresarse como porcentaje respecto al desarrollo total de la curva. Aunque este valor podría oscilar entre '0%' y '100%', se ha decidido tomar como válido sólo los valores comprendidos en el 'cuerpo de la curva', es decir, entre el 40 y 70%.
- **Disminución oculta del radio mínimo en la curva:** En este caso se trata de codificar si el motociclista es capaz de intuir o no dónde se encuentra el punto de radio mínimo de la curva, de manera que sea capaz de adaptar su trayectoria a las circunstancias. Esta variable se caracteriza por ser 'subjetiva' desde el punto de vista del conductor de la motocicleta o ciclomotor. Con el fin de objetivizar esta variable, se cuantificará la variación del radio de curvatura 10 metros antes del punto de R_{\min} (valor proporcionado por el 'vídeo inventario').
- **Elementos generales de señalización y guiado de la curva:** Mediante esta variable se registra el hecho que existan y que sean visibles en su totalidad por el motociclista y a una distancia de, al menos, 150 metros antes del comienzo de la curva, alguno de los siguientes elementos de señalización vertical u horizontal que ayuden al motociclista a conocer las características de la curva:
 - Señalización de curva peligrosa (P-13.a o P-13.b).
 - Señalización de curvas peligrosas (P-14.a o P-14.b).
 - Paneles direccionales (sencillos, dobles o triples).
 - Hitos de aristas.



- Marcas longitudinales (continuas o discontinuas).
- Líneas de borde de la calzada.
- Captafaros horizontales (ojos de gato).
- **Pendiente longitudinal:** Mediante la herramienta 'Vídeo inventario', se registrará si la trayectoria de la curva, en el sentido de avance del motociclista, se encuentra en un tramo de pendiente 'ascendente' (valor de la variable 'pendiente' mayor que '2%') o 'descendente' (menor que '-2%').
- **IMD motociclistas:** Valor indicativo de la 'Intensidad Media Diaria' en la curva referido al tráfico de motocicletas y ciclomotores. Se ha definido una variable categórica que clasifica las carreteras en función de la IMD global referente a todo tipo de vehículos:
 - Carreteras con IMD mayor o igual a 2000.
 - Carreteras con IMD inferior a 2000.
 - Carreteras de la Red Básica
 - Carreteras de la Red Complementaria de Itinerarios Preferentes.
 - Carreteras de la Red Complementaria Tramos Locales.
- **Arcén pavimentado:** Se recogerá si la calzada en la zona curva posee arcén pavimentado para el tránsito de una motocicleta, bien en un lado exterior o interior de la curva.
- **Elementos de Riesgo:** En el lado exterior de la calzada, hacia el cual la inercia del motociclista dirige al mismo en el tránsito de una curva, se revisará si existen elementos de riesgo tales como pilares, postes, farolas, obras u otros obstáculos y de los que el motociclista debe ser protegido. Se excluyen como elementos de riesgo en el margen de una curva en la que se encuentre instalada una barrera de seguridad aquellos postes pertenecientes a la señalización vertical de la curva que estén situados en el margen de la calzada contigua al sentido de circulación y aproximación a la curva por parte del motociclista.

Esta decisión se basa en el estudio en profundidad (en campo y monitorización) de los accidentes ocurridos en el tramo de referencia de la Red Regional de mayor concentración de accidentes de motoristas; observándose como este tipo de objetos podía considerarse de riesgo en los casos en los que la señalización vertical no estaba en el carril contiguo al sentido de circulación.

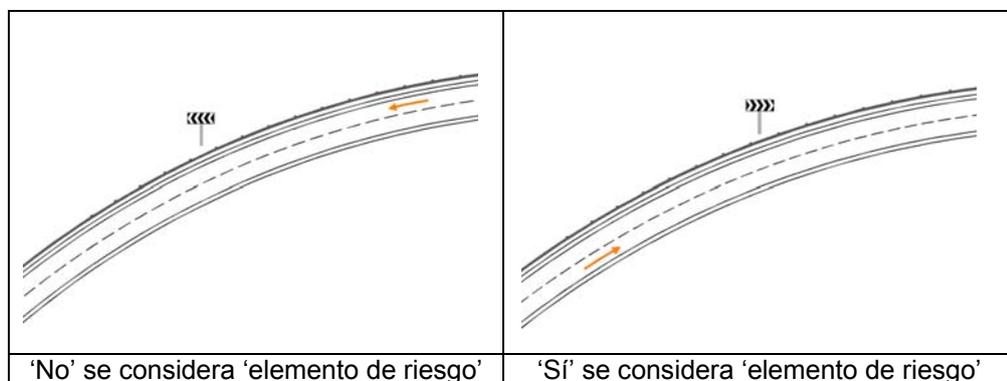


Figura 3.- Consideración de elemento de riesgo.



- **Distancia inferior a 4,5 metros:** Para el caso que la variable anterior ('Elementos de Riesgo') tenga el valor 'Sí', se medirá la distancia en perpendicular (en metros) a la cual se encuentra dicho obstáculo desde el borde de la calzada y se observará si es mayor o menor a 4,5 metros, habiéndose obtenido este valor del estudio en profundidad de los accidentes en el tramo de referencia mencionado.
- **Terraplén mayor de 2 metros:** Se registrará si existe o no un terraplén (en el lado de la calzada hacia el cual la inercia del motociclista dirige al mismo durante la curva, es decir, en el lado exterior de la curva), con un desnivel correspondiente a una escala inferior a '1:2' (τ), es decir un ángulo superior a 25° , y que además implique una profundidad 'p' superior a 2 metros respecto del borde de la plataforma de circulación.

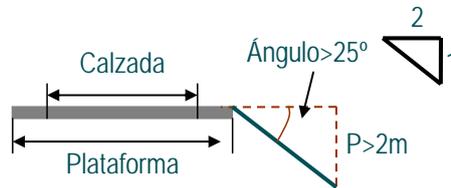


Figura 4.- Terraplén.



4. VARIABLES DE SEGMENTACIÓN.

Sobre las variables analizadas y que han resultado ser estadísticamente significativas (la presencia de alguna de estas variables contribuye a un aumento del riesgo de que un motociclista sufra una salida de vía), se ha buscado determinar un grupo reducido de variables ('variables principales de segmentación de la RRC'), en base a las cuales se estructurarán los posibles **escenarios geométricos de las curvas de las carreteras de una calzada de la RRC**. La elección de estas 'variables principales de segmentación' de escenarios se ha basado, además de ser estadísticamente significativas, en la necesidad de poder decidir, de manera fiable, fácil y rápida, si una determinada curva pertenece a un determinado escenario u otro.

Las variables que finalmente se han escogido como 'variables de segmentación' son:

- **Longitud de la curva (L):**
El valor que se ha obtenido como límite para ser estadísticamente representativa es '**120 metros**', de manera que los primeros escenarios quedarán definidos 'entre curvas de longitud mayor o igual a 120 metros' y 'curvas de longitud menor de 120 metros'.
Un motociclista que circule por una curva de longitud igual o mayor de 120 m. tendrá una probabilidad de sufrir una salida de calzada un 140% superior, respecto de las curvas de desarrollo menor de 120 m.
- **Radio mínimo de curvatura (R):**
Una vez seleccionado 'el valor límite' de la primera 'variable de segmentación' ('L=120 metros'), se ha procedido a calcular el 'valor límite' de la segunda 'variable de segmentación' ('R_{min}'), tanto para las curvas con 'L ≥ 120 m' como las curvas con 'L < 120 m'. Para cada uno de los casos, sólo un valor ha resultado ser estadísticamente significativo (con un nivel de confianza del 95%), siendo este valor en ambas situaciones igual a '**90 metros**', de manera que los siguientes escenarios vendrán caracterizados por cumplir que son 'curvas de radio de curvatura mayor o igual a 90 metros' y 'curvas de radio menor de 90 metros'.

La conjunción de estas dos 'variables de segmentación' origina que los cuatro escenarios de las carreteras ya existentes de una única calzada, fácilmente detectables sin ningún tipo de ambigüedad y sobre los cuales se van a desarrollar las recomendaciones de instalación de SPM en el apartado siguiente, sean los mostrados en la tabla adjunta:

Primera variable de segmentación	Segunda variable de segmentación	Escenario
Longitud ≥ 120 m	Radio mínimo de curvatura ≥ 90 m	Escenario 1 (curvas 'largas' y 'abiertas')
	Radio mínimo de curvatura < 90 m	Escenario 2 (curvas 'largas' y 'cerradas')
Longitud < 120 m	Radio mínimo de curvatura ≥ 90 m	Escenario 3 (curvas 'cortas' y 'abiertas')
	Radio mínimo de curvatura < 90 m	Escenario 4 (curvas 'cortas' y 'cerradas')

Tabla 1.- Escenarios principales para la definición de criterios de instalación de SPM en carreteras de una calzada.



5. CARACTERIZACIÓN Y DEFINICIÓN DE ESCENARIOS.

A continuación se detallan los diferentes escenarios de las carreteras **existentes** de **una calzada** de la Red de Carreteras de CyL y sobre cuyas **curvas** se deben instalar SPM.

La instalación de estos SPM se debe realizar en el **lado exterior** de la curva y durante **todo el desarrollo** de la misma. En el caso de que no exista barrera de seguridad, se deberá instalar conjuntamente la barrera y los SPM en el lado exterior y durante todo el desarrollo de la curva. En el caso de curvas enlazadas en las que, al menos, una de ellas cumpla alguna de las recomendaciones siguientes, y bajo un estudio particular de la misma, se instalarán también SPM (y barrera cuando no exista) en la parte que se estime oportuna de las curvas adyacentes a la misma.

5.1. ESCENARIOS

5.1.1. ESCENARIO 1 ('L ≥ 120 m' y 'R_{min} ≥ 90 m').

Se recomienda instalar sistemas de protección de motociclistas en el lado exterior durante todo el desarrollo de aquellas curvas 'largas y abiertas' en las que se cumpla la condición 'A', 'B' o 'C' (siendo 'C' prioritaria sobre las otras).

- A. **Elementos generales de referencia de señalización y guiado de la curva:**
Si las características de la curva impiden la visión completa por el motociclista, a una distancia de 150 metros antes de la curva, de todos los elementos siguientes: señalización de curva peligrosa (P-13.a o P-13.b), señalización de curvas peligrosas (P-14.a o P-14.b), paneles direccionales (sencillos, dobles o triples), hitos de aristas, marcas longitudinales (continuas o discontinuas), líneas de borde de la calzada o captafaros horizontales (ojos de gato).
- B. **Disminución oculta de radio en la curva:**
Se considera que existe disminución oculta de radio en la curva **cuando existe una reducción del 15% del Radio de curvatura, en los 10 metros anteriores al punto donde se sitúa el R_{min}**. Esta disminución se debe producir en el 'cuerpo' de la curva, de manera que si la reducción de este Radio de curvatura, se produce en la transición de entrada o salida de la curva, no se considerará de aplicación esta condición.
- C. **Curva aislada:**
Se considera que una curva es 'aislada' **cuando no existen curvas en los 200 metros anteriores y posteriores de la misma**. Esta variable se considera significativa únicamente en presencia conjunta con una de las dos condiciones anteriores (A o B). Por tanto, en adelante cuando se haga referencia a esta condición 'C' implicará que se cumpla también la condición 'A' o 'B'. En caso de cumplirse **la condición 'C', se deberá priorizar** sobre los casos en los que se cumplan 'A', 'B' o 'A y B'.



5.1.2. ESCENARIO 2 ('L ≥ 120 m' y 'R_{mín} < 90 m').

Se recomienda instalar sistemas de protección de motociclistas en el lado exterior durante todo el desarrollo de aquellas curvas 'largas y cerradas' en las que se cumpla la condición 'A', 'B' o 'C' (siendo 'C' prioritaria sobre las otras).

- A. **Elementos generales de referencia de señalización y guiado de la curva:**
Si las características de la curva impiden la visión completa por el motociclista, a una distancia de 150 metros antes de la curva, de todos los elementos siguientes: señalización de curva peligrosa (P-13.a o P-13.b), señalización de curvas peligrosas (P-14.a o P-14.b), paneles direccionales (simples, dobles o triples), hitos de aristas, marcas longitudinales (continuas o discontinuas), líneas de borde de la calzada o captafaros horizontales (ojos de gato).
- B. **Punto de radio mínimo en la curva:**
Cuando la posición del 'R_{mín}' esté a **partir del 60% del desarrollo de la curva**, aumentará el riesgo de que un motociclista sufra una salida de calzada, por lo que deberán instalarse SPM en esta situación. La posición se debe encontrar en el 'cuerpo' de la curva.

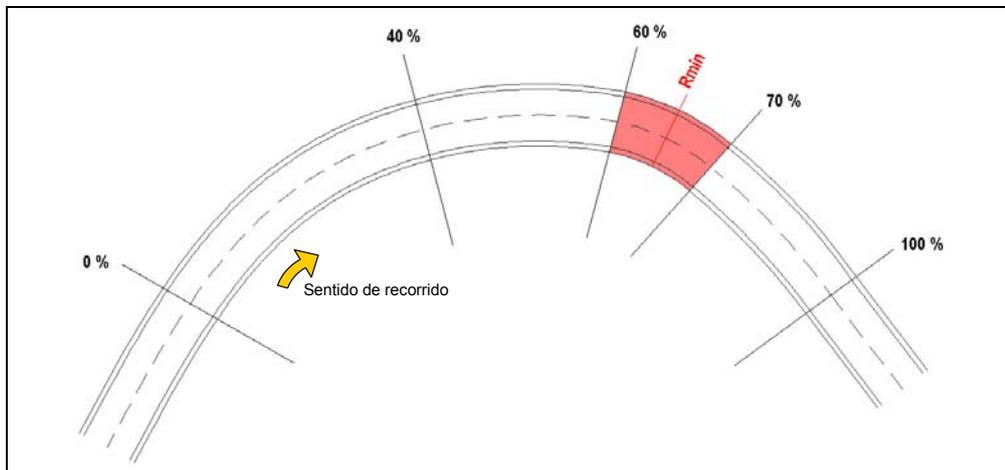


Figura 5.- Consideración de riesgo relativo a la posición de R_{mín}.

- C. **Pendiente longitudinal:**
El hecho de que la aproximación a una curva perteneciente a este escenario se encuentre en un tramo de **pendiente 'descendente' de valor mayor que el 2%** (valor absoluto de la variable 'pendiente' del vídeo-inventario), resulta ser estadísticamente significativo en conjunción con una de las dos variables anteriores (A o B). Por tanto, en adelante cuando se haga referencia a esta condición 'C' implicará que se cumpla también la condición 'A' o 'B'. En caso de cumplirse **la condición 'C', se deberá priorizar** sobre los casos en los que se cumplan 'A', 'B' o 'A y B'.



5.1.3. ESCENARIO 3 ('L < 120 m' y 'R_{mín} ≥ 90 m').

Se recomienda instalar sistemas de protección de motociclistas en el lado exterior durante todo el desarrollo de aquellas curvas 'cortas y abiertas' en las que se cumpla la condición 'A', 'B' o 'C'.

- A. **Elementos generales de referencia de señalización y guiado de la curva:**
Si las características de la curva impiden la visión completa por el motociclista, a una distancia de 150 metros antes de la curva, de todos los elementos siguientes: señalización de curva peligrosa (P-13.a o P-13.b), señalización de curvas peligrosas (P-14.a o P-14.b), paneles direccionales (sencillos, dobles o triples), hitos de aristas, marcas longitudinales (continuas o discontinuas), líneas de borde de la calzada o captafaros horizontales (ojos de gato).
- B. **Punto de radio mínimo en la curva:**
Cuando la posición del 'R_{mín}' esté a partir del 45% del desarrollo de la curva, aumentará el riesgo de que un motociclista sufra una salida de calzada, por lo que deberán instalarse SPM en esta situación. La posición se debe encontrar en el 'cuerpo' de la curva.

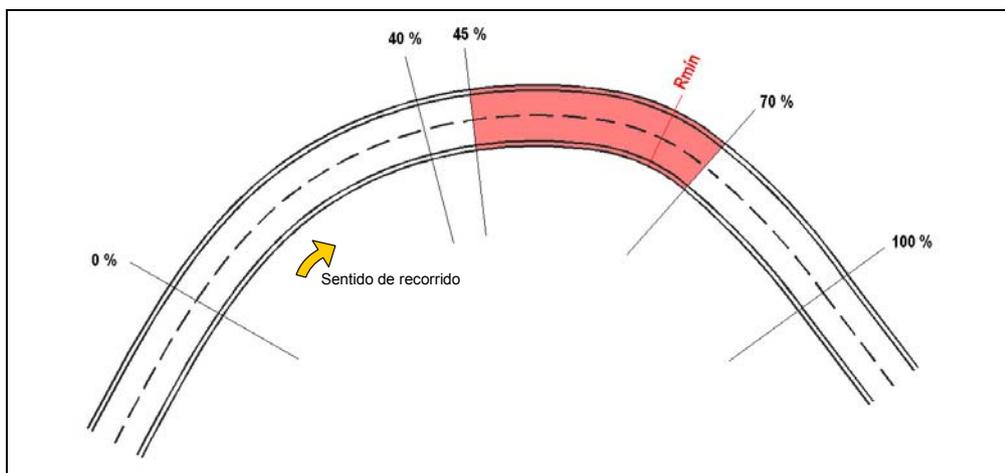


Figura 6.- Consideración de riesgo relativo a la posición de R_{mín}.

- C. **Disminución oculta de radio mínimo en la curva:**
Se considera que existe disminución oculta de radio mínimo en la curva cuando existe una reducción del 10% del R_{mín}, en los 10 metros anteriores al punto donde se sitúa este R_{mín}. Esta disminución se debe producir en el 'cuerpo' de la curva, de manera que si la reducción de este R_{mín} se produce en la transición de entrada o salida de la curva, no se considerará de aplicación esta condición.



5.1.4. ESCENARIO 4 ('L < 120 m' y 'R_{mín} < 90 m').

Se recomienda instalar sistemas de protección de motociclistas en el lado exterior durante todo el desarrollo de aquellas curvas 'cortas y cerradas' en las que se cumpla la condición 'A', 'B' o 'C' (siendo 'C' prioritaria sobre las otras).

A. Punto de radio mínimo en la curva:

Cuando la posición del 'R_{mín}' esté a partir del 65% del desarrollo de la curva y el valor de 'R_{mín}' esté comprendido entre 65 y 90 metros, aumentará el riesgo de que un motociclista sufra una salida de calzada, por lo que deberán instalarse SPM en esta situación. La posición se debe encontrar en el 'cuerpo' de la curva.

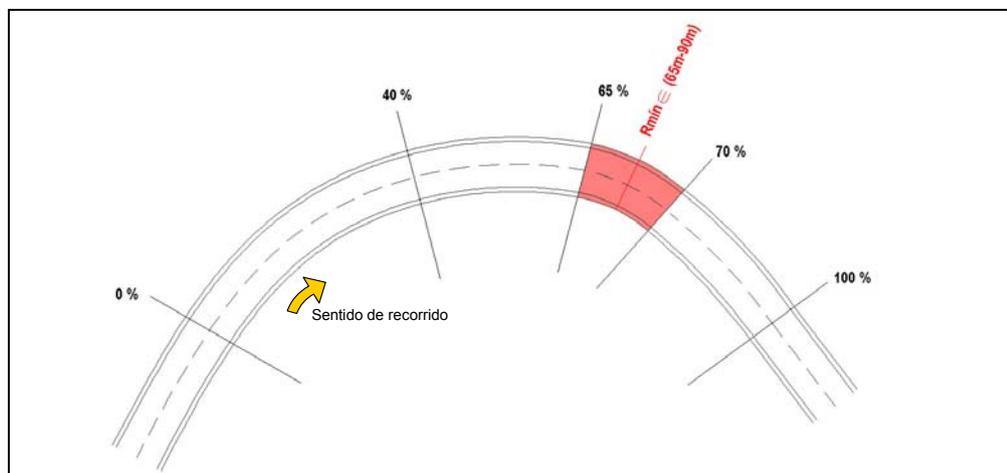


Figura 7.- Consideración de riesgo relativo a la posición de R_{mín}.

B. Curva aislada:

Se considera que una curva es 'aislada' cuando no existen curvas en los 200 metros anteriores y posteriores de la misma. Esta variable por sí sola implica que cuando exista una curva de las características propias de este escenario y esté 'aislada', se deban implantar sistemas de protección.

C. Arcén pavimentado:

La variable indicadora de la existencia de arcén pavimentado en el lado interior de la curva y únicamente para el caso de curvas a derechas según el sentido de avance, ha resultado ser significativa siempre y cuando coexista con las condiciones anteriores ('A' o 'B'). Por tanto, en adelante cuando se haga referencia a esta condición 'C' implicará que se cumpla también la condición 'A' o 'B'. En caso de cumplirse la condición 'C', se deberá priorizar sobre los casos en los que se cumplan 'A', 'B' o 'A y B'.



5.2. CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN.

Se detallan a continuación una serie de criterios que permiten priorizar la instalación de SPM en cada uno de los escenarios definidos en las curvas de carreteras ya existentes de calzada única.

I. **Accidentalidad previa:**

A través de este criterio se priorizará la instalación de SPM en aquellas curvas en las que en los tres últimos años se haya producido uno o más accidentes por salida de vía de motociclista, de carácter mortal o grave, teniendo en cuenta además de la propia curva, los 1.000 metros anteriores o posteriores a la misma.

II. **Tipo de carretera según la red y el tráfico:**

La priorización fijada a través de este criterio, se basa en la catalogación del tipo de red:

- 1º Carreteras con IMD superior a 2.000.
- 2º Carreteras con IMD inferior a 2.000.
- 3º Carreteras de la Red Básica
- 4º Carreteras de la Red Complementaria de Itinerarios Preferentes.
- 5º Carreteras de la Red Complementaria Tramos Locales.

III. **Elementos de riesgo y terraplenes:**

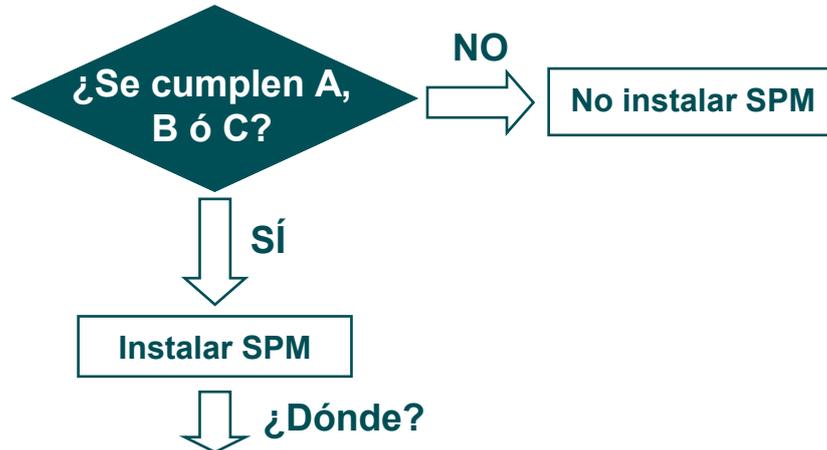
Se considera como tercer criterio de prioridad el caso en que estén presentes, en el lado exterior de la curva, 'elementos de riesgo' a menos de 4,5 metros desde el borde de la calzada (pilares, postes, farolas,...) o esté presente un 'terraplén' de profundidad mayor o igual a 2 metros.

Detalladas las recomendaciones y los criterios de priorización en los cuatro escenarios que se han definido para carreteras ya existentes de calzada única, el plan de actuación vendría definido por la instalación de estos sistemas en todas las curvas (en toda la longitud del lado exterior) que cumplan los criterios 'A', 'B' o 'C', y, en el caso que se desee priorizar su instalación, la figura siguiente muestra cuál sería el planteamiento:



PLAN DE ACTUACIÓN

Para cada escenario



En todas las curvas que cumplan A, B ó C
(C prioritario en 1^{er}, 2^o y 4^o escenario)

y según los siguientes 'Criterios de priorización':

1. Si se cumplen I, II y III.
2. Si se cumplen I y II.
3. Si se cumplen I y III.
4. Si se cumplen II y III.
5. Si se cumple I.
6. Si se cumple II.
7. Si se cumple III.

Figura 8.- Plan de actuación.



ANEXO I: 'ORDEN CIRCULAR 18/2004 SOBRE CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS PARA PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS' - MINISTERIO DE FOMENTO.

El proyecto, construcción y mantenimiento de sistemas de contención de vehículos han venido realizándose con eficacia hasta la actualidad, de acuerdo con la 'Orden Circular 321/95 TyP' y la 'Orden Circular 6/2001'. Su aplicación en los últimos diez años ha permitido comprobar una mejora continuada de la seguridad vial, objetivo básico de la misma.

Como es suficientemente conocido, la Orden Circular '321/95 TyP' incluye en el Catálogo anexo un sistema específico para protección de motociclistas en tramos de concentración de accidentes (ficha A.2.1/4). Sin embargo, el tiempo transcurrido desde la aprobación de la misma, la experiencia adquirida, así como la lógica sensibilidad que las Administraciones de Carreteras deben mostrar hacia todo tipo de usuarios, y especialmente los más vulnerables, han aconsejado desarrollar unos criterios más específicos para el empleo sistemático de los sistemas para protección de motociclistas, con el fin de aumentar la seguridad de este tipo de usuarios, y cuanto menos, disminuir la gravedad del accidente una vez se haya producido.

Atendiendo a razones básicas de seguridad vial, en general, y en particular para vehículos de dos ruedas, la disposición de los sistemas de contención de vehículos será el resultado de un análisis previo, en el que se estudiarán soluciones alternativas, tales como variar las características del trazado, realizar taludes más tendidos, definir bermas más amplias, disponer medianas de mayor anchura, desplazar o eliminar obstáculos, etc. y, posteriormente, se analizarán los riesgos potenciales antes y después de la instalación de los sistemas de contención de vehículos. Este análisis deberá tener en cuenta, al menos:

- El coste de las soluciones alternativas.
- Los costes de instalación y mantenimiento del dispositivo.
- La probabilidad de choque con el sistema.
- La gravedad del accidente que se pretende evitar con el empleo del sistema.
- La gravedad del accidente resultante del choque con el sistema.

En general, los accidentes de motociclistas se concentran en aquellos tramos donde se combinan fuertes deceleraciones con maniobras bruscas sobre la trayectoria del vehículo. En estas situaciones aumenta significativamente la probabilidad de que el conductor pierda el control de la motocicleta y como consecuencia, al caer el vehículo, el usuario se desliza por la superficie del pavimento, teniendo tendencia a salirse de la vía.

A los efectos de esta Orden Circular, los sistemas para protección de motociclistas pueden ser de tipo continuo o puntual (estos últimos para su empleo provisional o por razones muy justificadas de explotación). Los de tipo continuo son aquellos que garantizan que ninguna parte del motociclista supera la posición del sistema durante un eventual choque; mientras que los de tipo puntual no garantizan que ninguna parte del motociclista no supera la posición del sistema en aquella situación.



Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores y con objeto de potenciar la seguridad vial en lo referente a motociclistas, la Dirección General de Carreteras ha dispuesto lo siguiente:

PRIMERO.

En carreteras interurbanas y periurbanas con limitación de velocidad permitida superior a sesenta (60) km/hora, los criterios a tener en cuenta para el empleo de los sistemas para protección de motociclistas, serán los siguientes:

- a) Estará justificado el empleo de los sistemas para protección de motociclistas de tipo continuo cuando, en los márgenes haya obstáculos o desniveles al borde de la calzada (distancia inferior a la indicada en la tabla 2 de la 'Orden Circular 321/95 TyP'), y simultáneamente se den las configuraciones siguientes:
- ✓ En carreteras con calzadas separadas:
 - En el lado exterior de las alineaciones curvas de radio inferior a cuatrocientos (400) metros.
 - En las salidas desde las calzadas principales, cuando el carril de deceleración sea de tipo directo¹, en el margen izquierdo del ramal de salida a lo largo del desarrollo de la alineación curva.
 - En el lado exterior de las alineaciones curvas en las que la velocidad específica sea inferior en más de treinta (30) km/h a la de la alineación inmediatamente anterior.
 - ✓ En carreteras de calzada única con arcén² mayor o igual de 1,5 m:
 - En el lado exterior de las alineaciones curvas de radio inferior a doscientos cincuenta (250) metros.
 - En el lado exterior de las alineaciones curvas en las que la velocidad específica sea inferior en más de treinta (30) km/h a la de la alineación inmediatamente anterior.
 - ✓ En carreteras de calzada única con arcén menor de 1,5 m:
 - En el lado exterior de las alineaciones curvas en las que la velocidad específica sea inferior en más de treinta (30) km/h a la de la alineación inmediatamente anterior.

¹ Un carril de deceleración es de tipo directo cuando es tangente al borde de la calzada principal o forma con él un ángulo muy pequeño, cuya cotangente no sea inferior a veinte (20) y no rebase treinta y cinco (35). (Definición según Norma 3.1.-IC "Trazado", aprobada mediante Orden de 27 de diciembre de 1999).

² Se define arcén como la franja longitudinal pavimentada, contigua a la calzada, no destinada al uso de vehículos automóviles más que en circunstancias excepcionales. (Definición según el Reglamento General de Carreteras, aprobado mediante R.D. 1812/94).



Tipo de alineación	Inclinación transversal del margen horizontal:vertical	Tipo de accidente	
		Muy grave o grave	Normal
Carreteras con calzada única			
Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1500 m	> 8:1	7,5	4,5
	8:1 a 5:1	9	6
	< 5:1	12	8
Lado exterior de una curva de radio < 1500 m	> 8:1	12	10
	8:1 a 5:1	14	12
	< 5:1	16	14
Carreteras con calzada separadas			
Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1500 m	> 8:1	10	6
	8:1 a 5:1	12	8
	< 5:1	14	10
Lado exterior de una curva de radio < 1500 m	> 8:1	12	10
	8:1 a 5:1	14	12
	< 5:1	16	14

Tabla 2.- Distancia (m) del borde de la calzada a un obstáculo o zona peligrosa, por debajo de la cual se justifica una barrera de seguridad ('Orden Circular 321/95 TyP').

- b) Con carácter excepcional y siempre que se justifique por cuestiones relativas a la explotación o derivadas de una alta accidentalidad, en carreteras interurbanas y periurbanas con limitación de velocidad permitida inferior a sesenta (60) km/hora y configuraciones semejantes a las indicadas en los párrafos anteriores, podrá emplearse un sistema de protección de motociclistas de tipo continuo.
- c) En zonas climáticas susceptibles de nevadas en los períodos invernales, la colocación de los sistemas para protección de motociclistas deberá ser compatible con la eventual eliminación de la nieve de la plataforma de la carretera.
- d) Salvo expresa justificación en contrario, no se emplearán sistemas para protección de motociclistas de ningún tipo cuando en los márgenes no existan obstáculos o desniveles próximos al borde de la calzada (apartado 3.2 de la 'Orden Circular 321/95 TyP').

SEGUNDO.

Adecuar las barreras de seguridad metálicas existentes en la Red de Carreteras del Estado según los criterios de empleo de esta Orden, quedando expresamente excluidos de lo anterior otros sistemas de contención distintos de las barreras de seguridad metálicas, como los dispuestos sobre estructuras y obras de fábrica (pretilos). A los efectos anteriores, se empleará el sistema para protección de motociclistas recogido en el Catálogo anexo a la 'O.C. 321/95 TyP', modificado según las fichas anexas a esta Orden Circular.



También podrán utilizarse aquellos sistemas que, habiendo superado los ensayos establecidos en el UNE 135900-IN y en la UNE-EN 1317 o normas que las sustituyan, hayan obtenido resolución favorable de esta Dirección General para su inclusión en el citado Catálogo.

TERCERO.

Mantener en servicio las instalaciones de tipo puntual realizadas con anterioridad a la fecha de entrada en vigor de esta Orden, mientras no precisen de operaciones de reposición. En cualquier caso, el sistema se mantendrá de acuerdo con las especificaciones del apartado 4.1 de la 'Orden Circular 321/95 TyP' relativas a disposición de barreras de seguridad, hasta que se proceda a su sustitución, según lo especificado en esta Orden Circular.

Además, al objeto de reducir el riesgo de daños severos por corte y/o amputación de miembros de los usuarios de motocicletas, en las barreras de seguridad actualmente en servicio con postes que no se encuentren recogidos en el Catálogo anexo a la 'O.C. 321/95 TyP' y ubicadas en tramos no incluidos por el apartado primero de esta Orden Circular, se deberá proceder paulatinamente a su sustitución. Para ello, la Subdirección General de Conservación y Explotación elaborará un Plan de Actuación específico.

Con carácter excepcional y siempre que se justifique por cuestiones relativas a la explotación, se podrá recurrir al denominado sistema de protección puntual consistente en recubrir dichos postes con elementos protectores, preferiblemente con tubos metálicos con rigidez adecuada (acero galvanizado o aluminio), de sección circular, espesor nominal 1,5 mm y diámetro 150 mm, que se rellenarán posteriormente con arena. Dichos tubos cubrirán en altura el espacio comprendido entre la superficie del terreno y el borde inferior de la valla doble onda, cuando el sistema carezca de pieza intermedia entre la barrera y el poste. Cuando exista dicha pieza, el tubo cubrirá el espacio entre el terreno y ésta.

CUARTO.

Definir como ámbito de aplicación de esta Orden Circular los siguientes tipos de proyectos, obras y actuaciones en general:

- Proyectos de carreteras de nueva construcción, o de acondicionamiento de las existentes, cuya Orden de Estudio se autorice con posterioridad o que se encuentren en fase de redacción a la entrada en vigor de la presente Orden Circular.
- Otros tipos de proyectos y obras, incluidas las obras de reposición de tramos o sistemas completos de instalaciones de contención de vehículos.
- Se excluyen expresamente del ámbito de aplicación de esta Orden Circular los proyectos, obras o actuaciones en vías de servicio y travesías³. Excepcionalmente, previa justificación, en vías de servicio no agrícolas se podrá

³ Se considera travesía la parte de tramo urbano de una carretera en la que existen edificaciones consolidadas al menos en las dos terceras partes de su longitud y un entramado de calles al menos en uno de sus márgenes. (Definición según el Reglamento General de Carreteras, aprobado mediante R.D. 1812/94).



estudiar la disposición de sistemas para protección de motociclistas, con los criterios establecidos para carreteras de calzada única.

- En el caso de obras en fase de licitación o adjudicadas, se elevará consulta a la Subdirección General de Construcción o a la de Conservación y Explotación de esta Dirección General, según corresponda, acerca de la conveniencia de proceder a modificar el contrato para adecuarlo a lo previsto en esta Orden Circular.

QUINTO.

Esta Orden Circular entrará en vigor a partir del día diez de enero de dos mil cinco.

Madrid, 29 de diciembre de 2004.



ANEXO II: 'NOTA TÉCNICA SOBRE LA APLICACIÓN EN CARRETERAS DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DEL ORDEN CIRCULAR 18/2004 SOBRE CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS PARA PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS' - MINISTERIO DE FOMENTO'.

Como es bien conocido, en los últimos años se han conseguido importantes avances en la mejora de los sistemas de contención de vehículos, encaminados a que estos resulten más seguros para los usuarios y, en especial, para los motociclistas. En este sentido, a principios del año 2005 entró en vigor la 'Orden Circular 18/2004' en la que, además de establecerse unos criterios de empleo de los sistemas para protección de motociclistas, se definió en su anexo un nuevo sistema para protección de motociclistas desarrollado por la Dirección General de Carreteras (fichas A 2.13/1, A.2.13/2, A.2.13/3 y A.2.13/4 del Catálogo de sistemas de contención).

Asimismo, en la mencionada Orden Circular se establecen los requisitos que cualquier nuevo sistema para protección de motociclistas tiene que satisfacer si se quiere instalar en la carretera. Estos requisitos mínimos suponen, en la práctica, la **comprobación de que el sistema** (entendiendo por tal el conjunto de una determinada barrera de seguridad y algún elemento complementario específicamente diseñado para los motociclistas) **supera unos ensayos de impacto a escala real, tanto con vehículos (según la norma UNE-EN 1317) como con maniqués simuladores de motociclistas (según la norma UNE 135900)**. Dichos **requisitos** resultan **exigibles** tanto para los **sistemas de tipo continuo** (es decir, los que cuentan con elementos longitudinales dispuestos por debajo de la valla doble onda estándar) como para los denominados **puntuales** (es decir, los que están formados por elementos individuales colocados alrededor de los postes).

La aplicación de esta Orden Circular ha supuesto la aprobación de planes específicos por parte del Ministerio de Fomento para incorporar estos nuevos sistemas a la Red de Carreteras del Estado y así mejorar la seguridad de los motociclistas. Ello ha motivado que algunas empresas privadas hayan realizado un importante esfuerzo innovador dirigido a disponer y comercializar este tipo de dispositivos en la Red de Carreteras del Estado.

Fruto de este esfuerzo, desde la aprobación de la mencionada Orden Circular y hasta el día de hoy, dos empresas han desarrollado nuevos sistemas para protección de motociclistas de tipo continuo y han solicitado su inclusión en el Catálogo de sistemas de contención. Tras comprobarse que estos dos sistemas satisfacen los ensayos de impacto necesarios y que se pueden aplicar a la Red de Carreteras del Estado, la Dirección General de Carreteras ha resuelto favorablemente sobre su inclusión en el Catálogo.

De este modo, hay tres sistemas para protección de motociclistas que actualmente se pueden emplear en la Red de Carreteras del Estado, sin que para ello sea necesario comprobar que satisfacen los requisitos relativos a los ensayos de impacto. Estos sistemas, que tienen el mismo nivel de contención (N2, según la designación de la norma UNE-EN 1317 o L2, según la designación de la tabla 1 de las Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos), son los que se relacionan a continuación:



- BMSNA2/120b, barrera metálica simple para protección de motociclistas desarrollada por la Dirección General de Carreteras, definida mediante las fichas A.2.13/1, A.2.13/2, A.2.13/3 y A.2.13/4 del Catálogo. A no ser objeto de patente, la fabricación y/o comercialización es libre. Este sistema tiene un nivel I⁴ de severidad frente al impacto de motociclistas (norma UNE 135900).
- BMSNA4/120c, barrera metálica simple para protección de motociclistas "SPM-ES4", incluida en el Catálogo mediante las fichas A.2.15/1, A.2.15/2, A.2.15/3 y A.2.15/4, a solicitud de la empresa Hierros y Aplanaciones, S.A. Este sistema tiene un nivel I de severidad frente al impacto de motociclistas.
- BMSNA4/120d, barrera metálica simple para protección de motociclistas "BASYS", recogida en el Catálogo mediante las fichas A.2.16/1, A.2.16/2, A.2.16/3, A.2.16/4 y A.2.16/5, a solicitud de la empresa Protección Sistemas Basyc. Este sistema tiene un nivel II de severidad frente al impacto de motociclistas.

Probablemente en la actualidad haya más empresas que se encuentren ensayando y desarrollando sistemas para protección de motociclistas, ya sean de tipo continuo o puntual, por lo que es previsible que en un futuro próximo se incorporen nuevos sistemas al Catálogo de sistemas de contención.

Finalmente, cabe recordar que la **Orden Circular 18/2004** preconiza el empleo de los sistemas para protección de motociclistas de **tipo continuo frente a los puntuales**, pues estos últimos ofrecen menos protección al no poder evitar que un motociclista pueda alcanzar un obstáculo o desnivel situado por detrás del sistema. Los de **tipo puntual** solo pueden emplearse en tramos no contemplados en la Orden Circular 18/04, **con carácter excepcional y siempre que se justifique por cuestiones relativas a la explotación** pero, en todo caso, se insiste en que a estos les resulta exigible igualmente el cumplimiento de los requisitos relativos a los ensayos de impacto a escala real, según las normas europea y española en vigor (UNE-EN 1317 y UNE 135900). Mientras no existan dichos ensayos se podrá utilizar excepcionalmente el sistema de tubo metálico relleno de arena indicado en la Orden Circular 18/2004.

Madrid 25 de octubre de 2006.

⁴ El nivel de seguridad I proporciona una mayor seguridad a los motociclistas que el nivel II.